

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-082687

(43)Date of publication of application : 28.03.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065
C23F 4/00
H01L 21/28
H01L 21/3213
// H01L 29/78

(21)Application number : 07-239858

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 19.09.1995

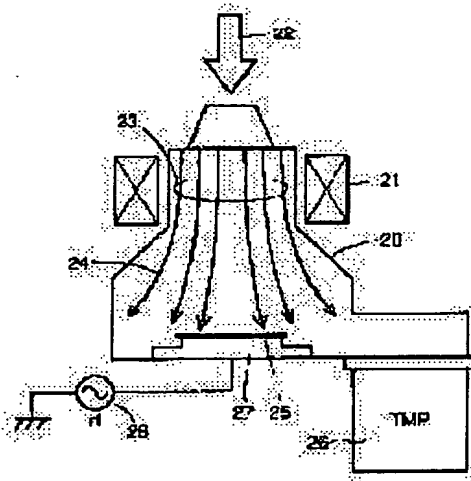
(72)Inventor : KAWASAKI MASARU

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a required pattern to be well formed, processes to be lessened in number, and foreign objects to be lessened by a method wherein the ratio of the flow rate of NF₃ to the total flow rate of a mixed gas of Cl₂ and NF₃ is specified under such conditions that a chamber is specified in degree of vacuum and electron density.

SOLUTION: An ECR-type RIE device carries out an etching operation through such a manner that a wafer 25 is placed on a wafer stage 27 inside a chamber 20, and the chamber 20 is exhausted by a pump 26. Discharge takes place in reactive gas by high-frequency waves. An electric power of microwaves (2.45GHz) 22 is introduced from above the wafer 25 passing through an ECR zone 23. A multilayered film composed of a conductive film and/or an insulating film is etched through this RIE device, wherein a mixed gas of Cl₂ and NF₃ is used under conditions that the chamber 20 is 0.1 to 5.0mTorr in degree of vacuum and above 10¹⁰/cm³ in electron density, and the ratio of the flow rate of NF₃ to the total flow rate of the mixed gas is set to 70 or below: 100.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-82687

(43)公開日 平成9年(1997)3月28日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	F
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	E
H 0 1 L 21/28			H 0 1 L 21/28	F
21/3213			21/302	A
// H 0 1 L 29/78				C
審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平7-239858

(22)出願日 平成7年(1995)9月19日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 川崎 賢

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

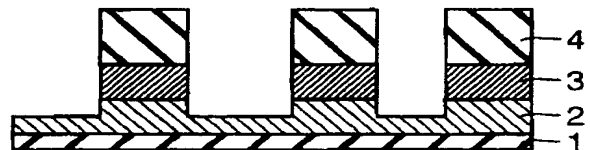
(74)代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 所望のパターンを良好に形成するとともに、歩留りの高い半導体装置を得ることができ、かつ、工程数を削減し生産コストを低減することのできる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 $Cl_2 / NF_3 = 40 / 20$ s c c m、圧力1.2 m T o r r の条件にて、チタンシリサイド膜3とポリシリコン膜2の一部とを異方性エッチングする。引続き、 Cl_2 と O_2 との混合ガスにより、ポリシリコン膜2を異方性エッチングする。 NF_3 が完全に解離する。N原子がパターン側壁の強固な保護膜となるので、サイドエッチングが発生せず、良好なパターン形状を得ることができる。同一装置内で各膜をエッチングするので、工程を削減することができ、生産コストの低減を図ることができる。さらに、異物の発生を低減することができ、歩留りの高い半導体装置を得ることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電膜および／または絶縁膜を含む多層膜をエッチングする半導体装置の製造方法であって、真空度0.1～5.0mTorrおよび電子密度 $10^{10}/\text{cm}^3$ 以上の条件下において、 Cl_2 と NF_3 とを含む混合ガスを用い、前記混合ガスは、総流量に対する NF_3 の流量の比が70%以下である、半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記 Cl_2 と NF_3 とを含む混合ガスを用いて前記多層膜をエッチングした後、前記真空度0.1～5.0mTorrおよび電子密度 $10^{10}/\text{cm}^3$ 以上の条件下において、 Cl_2 または HBr を含む混合ガスを用いることによって、前記多層膜をエッチングする工程をさらに含む、請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記導電膜は、金属シリサイド膜および／またはポリシリコン膜を含む、請求項1または2に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記絶縁膜は、シリコン酸化膜および／またはシリコン窒化膜を含む、請求項1または2に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に、異なる膜種からなる多層膜をドライエッチングするドライエッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子の微細化、高集積化に伴い、微細加工技術の1つであるドライエッチング技術にも、仕上がり形状の高制御性、異物低減、生産性の向上、コストの低減がますます強く要求される。

【0003】 さて、ドライエッチング装置の1つに、反応性ガスを利用したRIE (Reactive Ion Etching) 装置がある。この装置の一例を図31に示す。この装置は、チャンバ20内に互いに向かい合うアノード電極30とカソード電極31とを備えた、いわゆる平行平板型の構造を有する。ウエハ25は、カソード電極31上に載置される。チャンバ20内は、ドライポンプ26によって、 10^{-3} Torr付近まで減圧される。反応性ガスとしてたとえば、 CF_4 を用いる。高周波(rf)28により CF_4 が放電し、プラズマ状態となる。プラズマ状態において、 CF_4 は CF_3^+ イオンとして存在する。 CF_3^+ イオンは、試料近傍に形成された空間電荷領域によって加速される。加速されたイオンが試料に衝突することによって試料に吸着している反応種と試料が化学反応を起こし、試料が異方性にエッチングされる。このようなCF系のガスの他にも Cl_2 や HBr などさまざまな反応ガスがある。

【0004】 エッチングする膜が、酸化膜かポリシリコ

2

ン系の膜かアルミ系の膜かで、圧力やパワーなどのプロセスが大きく異なることや、異物低減のために、通常はエッチングする膜種によって、エッチング装置を使い分けることになる。

【0005】 CF系のガスにはCが含まれていることによるカーボン汚染がある。そこで、Cを含まなくてかつ酸化膜とポリシリコン膜の両方をエッチングできるガスとして、 NF_3 が知られている。 NF_3 はFラジカルを生じるためである。またこのため、ポリシリコン系エッチング装置のチャンバ内をクリーニングするガスとして用いられる。

【0006】 ところが、この NF_3 を用いて、たとえば、ポリシリコン膜をパターンニングする場合、このFラジカルがパターン側壁をエッチングする。このため、サイドエッチングが発生して所望のパターンを得ることができない。さらに、クリーニングガスとして使用する場合、エッチング装置のチャンバ内壁に付着したデポ物をエッチングすることによって、かえって異物を発生することがある。

【0007】 このような現象は次のように考えられる。平行平板型の電極を備えたRIEにおいては、 NF_3 は、式

【0008】

【化1】



【0009】 あるいは、式

【0010】

【化2】



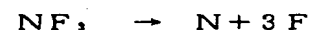
【0011】 となって解離する。このため、Fラジカルが支配的になりサイドエッチングを発生させたりあるいは、チャンバ内壁のデポ物を剥がしたりするものと考えられる。

【0012】 一般に、異方性エッチングにおいては、パターンの側壁に側壁保護膜が形成される。この保護膜によって、側壁が保護され、所望のパターンが形成される。したがって、サイドエッチング等を防止するには、Fラジカル作用以上に側壁を保護するか、Fラジカル作用そのものを抑制することが必要である。

【0013】 NF_3 の場合、N原子を含んでいる。このN原子による窒化膜を側壁に形成することで、強固な保護膜となることができる。このためには、 NF_3 は式

【0014】

【化3】



【0015】 に示すように、NとFに完全に解離することが必須である。一般に、反応ガスの解離は、エッチング装置におけるチャンバ内のガス圧力やプラズマ密度に大きく依存する。平行平板型のRIEの場合、電子密度すなわちプラズマ密度は $10^{10}/\text{cm}^3$ 程度、反応ガス

3

の圧力は100mTorr以上、また、イオン化している分子の割合として定義される電離度は $10^{-4} \sim 10^{-3}$ であることが知られている。

【0016】ところが、上述したように、この平行平板型のRIEにおいては、N原子はNFあるいはNF₂のように、F原子と結合した状態で存在する。すなわち、この装置構成ではNF₃をN原子とF原子とに完全に分離できる程度に十分なエネルギーを与えることができない。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従来、平行平板型のRIEでは、異なる膜種をエッチングする場合、チャンバ内の異物低減のために膜種対応でエッチング装置を使い分ける必要があった。このため、工程数が増えることによって、工期が長くなったり、生産コストが上昇したりする問題があった。また、毎回、ウェハがエッチング装置から出し入れされることによって、かえって異物がパターン上に付着して歩留りを落とすなどの問題があった。さらに、Cの汚染を防止するために、Cを含まない反応ガスとしてNF₃を適用した場合、十分にNF₃を解離することができない。このため、パターンの側壁がエッチングされて、所望のパターン形状が得られないという問題があった。

【0018】本発明は、所望のパターン形状を良好に形成するとともに、工程数を削減して生産コストを低減し、しかも異物を低減して、歩留りの高い半導体装置を得ることができる半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

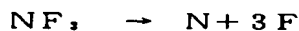
【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための請求項1に記載の本発明の半導体装置の製造方法は導電膜および/または絶縁膜を含む多層膜をエッチングする方法であって、真空度0.1～5.0mTorrおよび電子密度 $10^{10}/\text{cm}^3$ 以上の条件下において、Cl₂とNF₃とを含む混合ガスを用いる。しかも、この混合ガスの総流量に対するNF₃の流量の比は70%以下とする。

【0020】この製造方法によれば、NF₃は、十分にエネルギーが与えられて、式

【0021】

【化4】



【0022】に示すように、N原子とF原子に完全に解離する。N原子がエッチングの際に、パターンの側壁に付着し窒化膜となる。また、Cl₂の添加により、総流量に対するNF₃の流量比が70%以下となり、Fラジカルによるエッチング作用が抑制される。このため、導電膜および/または絶縁膜を含む多層膜をエッチングする際、サイドエッチングを防止することができる。さらに、チャンバ内壁に付着したデポ物による異物の発生を

4

低減する。したがって、所望の良好なパターン形状を得ることができ、また、半導体装置の歩留りを上げることができる。また、反応ガスはC原子を含まないので、C汚染を防止する。このため、導電膜および/または絶縁膜を含むような多層膜を同一エッチング装置で処理することができる。したがって、エッチングの工程削減を図り、生産コストを抑えることができる。また、ウェハ移載等に伴う異物付着がなくなり、半導体装置の歩留りを上げることができる。

10 【0023】また、請求項1に記載の半導体装置の製造方法において、請求項2に記載のように、Cl₂とNF₃とを含む混合ガスによって、導電膜および/または絶縁膜を含む多層膜をエッチングした後、同一真空度および同一電子密度条件の下で、Cl₂またはHBrを含む混合ガスによって、多層膜をエッチングする工程をさらに備えてもよい。

【0024】そのような場合には、導電膜は、絶縁膜よりも早くエッチングされる。したがって、絶縁膜を残して導電膜をエッチングすることができる。また、そのようなエッチングを同一エッチング装置で行なうことができるので、ウェハ上に異物が付着するのを防ぐことができる。したがって、歩留りの高い半導体装置を得ることができる。

【0025】また、請求項3および4に記載のように、多層膜はポリシリコン膜および/または金属シリサイド膜を含んでいてよい。また、シリコン酸化膜および/またはシリコン窒化膜を含んでいてよい。

【0026】したがって、請求項1または2に記載の半導体装置の製造方法において、さまざまな膜構造の電極配線を形成できる。たとえば、ポリシリコン膜と金属シリサイド膜とを含む金属ポリサイド構造を有する電極配線や、ポリシリコン膜、シリコン酸化膜およびシリコン窒化膜とを含む電極配線を形成することができる。

【0027】また、ポリシリコン膜の表面には自然酸化膜が形成されるため、これも多層膜と考えることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】まずはじめに、適用するエッチング装置、混合ガスCl₂/NF₃の流量比、ガス圧力範囲について説明する。図1は、エッチング装置形態別のCl₂プラズマの電子密度とCl₂圧力との関係を示したものである。Cl₂/NF₃の混合ガスの電子密度、圧力もこれと同様の傾向を示す。従来のRF型またはRF Magnetron型RIEの電子密度は $\sim 10^{10}/\text{cm}^3$ 、圧力が10mTorr以上であるのに対し、ECR (Electron Cyclotron Resonance) 型RIEでは、電子密度が $\sim 10^{11}/\text{cm}^3$ 、圧力が0.1mTorr以上である。このため、電離度が従来のRF型RIEにおいて、 $10^{-4} \sim 10^{-3}$ であるのに対し、ECR型RIEでは、 10^{-1} を達成することができる。

【0029】したがって、反応ガスが電子衝撃によってイオン化したり分解する割合が高く、反応ガスの解離が十分に行なわれると考えられる。そこで、エッチング装置として、ECR型RIE装置を適用した。

【0030】図2は、ECR型RIEの装置構成の一例を示すものである。チャンバ20内のウェハステージ27上に、ウェハ25が載置される。チャンバ20内は、ポンプ26によって真空引きされる。高周波28により、反応ガスが放電する。さらに、ウェハ25上方よりマイクロ波(2.45GHz)22の電力が導入され、ECRゾーン23を通過する。電子がマイクロ波を吸収する。このようにして、ウェハ25近傍において高い効率で反応ガスのイオン化が行なわれ、高い電離度を達成する。なお、このECRゾーン23は、サイクロトロン共鳴条件を満たすため、875ガウスの磁気コイル21を備えている。

【0031】次に、ECR型RIEを用い、反応ガス Cl_2 と NF_3 の流量範囲について説明する。従来の技術でも説明したように、 NF_3 ガスのみではエッチング効果が大きく、エッチング装置のチャンバ20内壁に付着したデポ物がエッチングされて、かえって異物となる。この事実に基づき、 Cl_2 と NF_3 との流量振り分けによる異物数の変化を調べた。すなわち、ガス圧力1.2mTorr、マイクロ波パワー/rf=1400/60Wの条件の下で、 NF_3 添加量を変化させてチャンバ内のエッチングを行ない、異物を評価した。なお、チャンバ内壁は、ドライクリーニングした後 Cl_2 を主としたガス系である程度デポ膜を成長させた状態とした。

【0032】図3はその結果である。 Cl_2 と NF_3 の総流量60sccmに対し、 NF_3 の流量40sccm、すなわち、総流量に対する NF_3 の流量比が70%付近を境にして、異物(0.3 μm 以上)数が急増することが判明した。また、 NF_3 の流量比が70%以下であれば、実際に、金属ポリサイド構造を有する配線のパターンニングにおいて、磁場範囲やrfパワーの調整によって制御することがわかった。

【0033】次に、反応ガスの圧力範囲について説明する。圧力範囲は、 NF_3 の解離に大きく影響する。圧力が高いと、N原子が減少して側壁保護膜が十分に形成されず、サイドエッチングが発生する。そこで、金属ポリサイド構造を有する配線を用い、ガス圧力を変化させてそのパターンニング形状を評価した。メインのエッチング時におけるマイクロ波パワー/rfは1400/60Wとし、その後、 $\text{Cl}_2/\text{O}_2=50/10\text{sccm}$ 、圧力0.8mTorr、マイクロ波パワー/rf=1400/60Wの条件にて、オーバエッチングをメインエッチング時間の50%または25%行なった。

【0034】図4はその結果である。実際のプロセスでよく使用されるオーバエッチングを50%行なったものでは、ガス圧力が5.0mTorrを超えると、側壁が

エッチングされるノッチング現象が発生することがわかった。

【0035】以上の評価により、 NF_3 添加量は総流量の70%以下であることが好ましく、ガス圧力は5.0mTorr以下であることが好ましいことがわかった。

【0036】(実施の形態1)次に、上述した評価に基づく条件の一例を基に、本発明に係る半導体装置の製造方法の実施の形態1について説明する。

【0037】まず、自然酸化膜をブレイクスルーする場合について、図を用いて説明する。たとえば、図5に示すように、ゲート酸化膜1上に形成されたポリシリコン膜2をシリコン酸化膜4をマスクとしてパターンニングする場合を考える。ポリシリコン膜2表面には自然酸化膜10が存在する。この状態のまま、混合ガス流量 $\text{Cl}_2/\text{NF}_3=40/20\text{sccm}$ 、圧力1.2mTorr、マイクロ波パワー/rf=1400/60Wの条件の下、シリコン酸化膜4をマスクとして、図6に示すように、ポリシリコン膜2表面の自然酸化膜10を異方性エッチングする。 NF_3 がほぼ完全に解離し、N原子が側壁保護膜として作用する。このため、パターンの形状異常やゲート酸化膜の突き抜けを防ぐことができるとともに、エッチングレートのウェハ面内均一性も向上することができる。したがって、精度の高いパターン形状を得ることができる。また、図7に示すように、下地酸化膜8上に形成されたポリシリコン膜2を、フォトリジスト6をマスクとしてパターンニングする場合も、同様のエッチングを施せば、図8に示すように、良好なパターン形状を得ることができる。実際に、シリコン酸化膜4をマスクとしてポリシリコン膜2を異方性エッチングした場合、 $\text{Cl}_2=50\text{sccm}$ 、圧力0.8mTorr、マイクロ波パワー/rf=1400/60Wの条件にて発生していたエッチング残渣が、上記条件を適用することによって消滅した。

【0038】(実施の形態2)次に、本発明に係る半導体装置の製造方法の実施の形態2として、金属ポリサイド構造を有するゲート電極配線をパターンニングする場合について、図を用いて説明する。

【0039】図9に示すように、基板(図示せず)上に、ゲート酸化膜1を形成させた後、減圧CVD法によりポリシリコン膜2を1000Å堆積する。次に、スパッタリング法等によりチタンシリサイド膜3を1000Å成膜する。その後、減圧CVD法によりシリコン酸化膜4を2000Å形成する。さらに、プラズマCVD法により、シリコン酸窒化膜5を630Å堆積する。このシリコン酸窒化膜5は、露光の際の反射防止膜として使用する。次に、レジストを塗布した後写真製版を行ない、図10に示すように、フォトリジスト6をパターンニングする。次に、図11に示すように、フォトリジスト6をマスクとして、シリコン酸窒化膜5およびシリコン酸化膜6を、 CHF_3 や CF_4 などを用いて異方性にエ

ッチングする。その後、図12に示すように、フォトレジスト6を除去する。この工程までは、従来一般に行なわれていた異方性エッチングの技術と同じものである。次に、混合ガス流量 $Cl_2 / NF_3 = 40 / 20 \text{ sccm}$ 、圧力 1.2 mTorr 、マイクロ波パワー/ $rf = 1400 / 90 \text{ W}$ 、ウエハ面近傍における磁束密度 30 Gauss （シミュレータによる計算結果）、ウエハステージの冷却用冷媒温度 30°C の条件において、シリコン酸化膜4をマスクとして、チタンシリサイド膜3、ポリシリコン膜2を異方性にエッチングする。

【0040】図13に示すように、反射防止膜としてのシリコン酸窒化膜5はほぼ完全に除去される。チタンシリサイド膜3は異方性に完全にエッチングされ、ポリシリコン膜2が 500 \AA 程度残っている。

【0041】次に、マイクロ波を切らずに混合ガスを Cl_2 / O_2 へ切替える。そして、混合ガス流量 $Cl_2 / O_2 = 50 / 10 \text{ sccm}$ 、圧力 0.8 mTorr 、マイクロ波パワー/ $rf = 1400 / 60 \text{ W}$ の条件において、残りのポリシリコン膜2をエッチングする。引続き、適量のオーバエッチングを行なう。このオーバエッチングによって、図14に示すように、シリコン酸化膜4上のシリコン酸窒化膜5は完全に除去される。

【0042】以上のエッチング方法を適用することにより、 NF_3 ガスに含まれるN原子によるパターン側壁部の窒化膜が保護膜として作用する。このため、オーバエッチングの後でも、チタンシリサイド膜3へのサイドエッチングを防ぎ、良好なパターン形状を得ることができる。また、シリコン酸窒化膜5、チタンシリサイド膜3およびポリシリコン膜2を同一装置で順次エッチングすることができる。このため、膜種によってエッチング装置を使い分ける必要がなく、工程数を削減することができる。また、生産コストの低減や製造日数の短縮化を図ることができる。また、ウエハを移し変える必要がなく、移載等に伴う異物のウエハ表面への付着を防ぐことができ、半導体装置の歩留りを上げることができる。

【0043】さらに、シリコン酸窒化膜5が完全に除去されることにより、たとえば、図14に示す工程の後シリコン酸化膜4上に、減圧CVD法あるいは常圧CVD法等により形成されるシリコン酸化膜（図示せず）が堆積中に剥がれるのを防ぐことができる。また、チタンシリサイド膜3を含むゲート電極上にコンタクトホール（図示せず）を形成する際、開孔エッチングが途中で止まるのを防ぐことができ、良好な形状を持つコンタクトホールを形成することができる。

【0044】さらにまた、反応ガスとして Cl_2 / NF_3 の混合ガスから Cl_2 / O_2 の混合ガスへの切換えにあたり、マイクロ波を切らずにプラズマを点火させたまま高周波パワーのみを切ることにより、プラズマの点火に伴う異物の発生を防ぐことができる。このため、エッチング装置内の発塵も抑えることができる。したがっ

て、歩留りの高い半導体装置を得ることができる。

【0045】（実施の形態3）次に、実施の形態3として、酸化膜と窒化膜とを有するポリシリコンゲート電極配線をパターンニングする場合について、図を用いて説明する。

【0046】このゲート電極構造は、特に、フラッシュメモリのゲート電極構造として適用される。図15に示すように、基板（図示せず）上に、ゲート酸化膜1を形成した後、減圧CVD法によりポリシリコン膜2を 1000 \AA 堆積する。次に、減圧CVD法によりシリコン酸化膜4、シリコン窒化膜7およびシリコン酸化膜11を順次それぞれ 70 \AA 成膜した後、ポリシリコン膜12を 1000 \AA 成膜する。次に、レジストを塗布した後写真製版を行ない、図16に示すように、フォトレジスト6をパターンニングする。

【0047】次に、混合ガス流量 $Cl_2 / O_2 = 50 / 10 \text{ sccm}$ 、圧力 0.8 mTorr 、マイクロ波パワー/ $rf = 1400 / 60 \text{ W}$ の条件において、図17に示すように、フォトレジスト6をマスクとして、ポリシリコン膜12を異方性エッチングする。

【0048】次に、マイクロ波を切らずに混合ガスを切替える。混合ガス流量 $Cl_2 / NF_3 = 40 / 20 \text{ sccm}$ 、圧力 1.2 mTorr 、マイクロ波パワー/ $rf = 1400 / 60 \text{ W}$ の条件において、図18に示すように、シリコン酸化膜11、シリコン窒化膜7およびシリコン酸化膜4を順次異方性エッチングする。このエッチング条件では、シリコン酸化膜のポリシリコン膜に対するエッチング選択比はほぼ1である。つまり、シリコン酸化膜もポリシリコン膜も同程度にエッチングされる。このため、シリコン酸化膜4のエッチングが終わると、直ちにポリシリコン膜2がエッチングされる。このとき、ウエハ表面近傍のプラズマの発光を観測すると、ポリシリコン膜2のエッチングが始まると同時に、 $SiCl$ の発光が強く観測される。したがって、この $SiCl$ の発光強度の変化を観測することにより、シリコン酸化膜4のエッチング終点を検出することができる。

【0049】以上の手法により、ポリシリコン膜2のエッチングが始まるとすぐに、マイクロ波を切らずに混合ガスを切替える。再び混合ガス流量 $Cl_2 / O_2 = 50 / 10 \text{ sccm}$ 、圧力 0.8 mTorr 、マイクロ波パワー/ $rf = 1400 / 60 \text{ W}$ の条件において、図19に示すように、ポリシリコン膜2を異方性エッチングする。ゲート酸化膜1が出現したところで、適量のオーバエッチングを行なう。この後、図20に示すように、フォトレジスト6を除去し、所望のゲート電極構造を形成する。

【0050】以上のように、本発明によるエッチング方法を適用すれば、パターン側壁部の窒化膜が、強固な保護膜として働く。このため、オーバエッチングの後でも、ポリシリコン膜2などへのサイドエッチングを防

ぎ、パターンの垂直加工を施すことができる。したがって、良好なパターン形状を得ることができる。

【0051】また、ポリシリコン膜12、シリコン酸化膜11、シリコン窒化膜7、シリコン酸化膜4およびポリシリコン膜2を同一エッチング装置で順次エッチングすることができる。このため、膜種によるエッチング装置の使い分けの必要がなく、工程間のウエハ移載に伴う異物のウエハ表面への付着を防ぐことができる。さらに、反応ガスの切換え時にプラズマの点火が不要なので、エッチング装置内の発塵も抑えることができる。このように、ウエハ表面への発塵源を断つことによって、歩留りの高い半導体装置を得ることができる。さらにまた、同一装置内において一連のエッチングを行なうことは、工程数を大幅に削減することができる。したがって、生産コストの低減や工程の短縮化を図ることができる。

【0052】（実施の形態4）次に、実施の形態4として、金属ポリサイド構造を有する配線をレジストマスクにより形成する場合について説明する。図21に示すように、下地酸化膜8上に、減圧CVD法によりポリシリコン膜2を500Å堆積する。その後、スパッタリング法により、チタンシリサイド膜3を500Å成膜する。さらに、反射防止膜として、プラズマCVD法によりシリコン酸化窒化膜5を250Å形成する。次に、レジストを塗布した後写真製版を行ない、図22に示すように、フォトリソグレイ6をパターンニングする。

【0053】次に、混合ガス流量 $\text{Cl}_2/\text{NF}_3 = 40/20 \text{ sccm}$ 、圧力 1.2 mTorr 、マイクロ波パワー $/rf = 1400/60 \text{ W}$ の条件において、フォトリソグレイ6をマスクとして30秒間エッチングを行ない、図23に示すように、シリコン酸化窒化膜5とチタンシリサイド膜3約300Åとを異方性エッチングする。

【0054】次に、マイクロ波を切らずに、従来金属シリサイド膜をエッチングするのに使用されていた反応ガスに切換えることにより、図24に示すように、残りのチタンシリサイド膜3およびポリシリコン膜2を異方性エッチングする。その後、適量のオーバエッチングを行なう。そして、図25に示すように、フォトリソグレイ6を除去し、所望の配線構造を形成する。

【0055】このようにして、本発明によるエッチング方法を適用することにより、オーバエッチングの後でも、パターン側壁の窒化膜により側壁が保護されるので、チタンシリサイド膜3やポリシリコン膜2の側壁がエッチングされることはない。このため、良好な配線構造パターンを得ることができる。また、同一エッチング装置でエッチング処理を行なうので、ウエハ移載による異物やプラズマ点火によるエッチング装置内の異物の発生を抑制する。このため、ウエハ表面への異物付着を低減することができ、歩留りの高い半導体装置を得ることができる。さらに、エッチングの工程数を減らすことが

できるので、生産コストの低減や工程短縮を図ることができる。

【0056】（実施の形態5）次に、実施の形態5として、金属ポリサイド構造を有するゲート電極配線を形成する場合について説明する。本実施の形態の場合、特に、後の工程において実施されるイオン注入工程の注入イオンのストッパ膜として、金属ポリサイド膜上にシリコン酸化膜を有する構造を持つものである。

【0057】図26に示すように、基板（図示せず）上に、ゲート酸化膜1を形成した後、減圧CVD法によりポリシリコン膜2を500Å堆積する。その後、スパッタリング法によりタングステンシリサイド膜9を500Å成膜する。次に、減圧CVD法によりシリコン酸化膜4を700Å成膜する。次に、フォトリソグレイを塗布した後写真製版を行ない、図27に示すように、フォトリソグレイ6をパターンニングする。

【0058】次に、混合ガス $\text{Cl}_2/\text{NF}_3 = 40/20 \text{ sccm}$ 、圧力 1.2 mTorr 、マイクロ波パワー $/rf = 1400/90 \text{ W}$ の条件において、フォトリソグレイ6をマスクとして、図28に示すように、シリコン酸化膜4を異方性エッチングする。シリコン酸化膜4のエッチングが終わって、タングステンシリサイド膜9のエッチングが始まると、 SiCl のプラズマ発光強度が増大する。このとき、マイクロ波を切らずに、混合ガスを $\text{Cl}_2/\text{O}_2 = 50/10 \text{ sccm}$ 、圧力 0.8 mTorr 、マイクロ波パワー $/rf = 1400/60 \text{ W}$ の条件に切換える。そして、図29に示すように、残りのタングステンシリサイド膜9およびポリシリコン膜2をエッチングした後、適量のオーバエッチングを行なう。

この後、図30に示すように、フォトリソグレイ6を除去し、所望のゲート電極構造を形成する。このようにして、本発明によるエッチング方法を適用することにより、オーバエッチングの後でも、シリコン酸化膜4やタングステンシリサイド膜9の側壁がエッチングされることはない。したがって所望の配線構造を精度よく形成することができる。また、同一エッチング装置で一連のエッチングを行なうので、ウエハ表面への異物の付着を低減することができ、歩留りの高い半導体装置を得ることができる。さらに、工程削減や生産コストの低減を図ることができる。

【0059】以上、実施の形態1～5において、混合ガス流量 Cl_2/NF_3 は $40/20 \text{ sccm}$ 、すなわち、総流量に対する NF_3 流量が33%、圧力 1.2 mTorr の場合について説明したが、前述したように、総流量に対する NF_3 流量が70%以下、圧力が 5.0 mTorr 以下であれば、同様の効果を得ることができる。

【0060】さらに、混合ガス Cl_2/NF_3 を用いたエッチングの後、混合ガス Cl_2/O_2 によるエッチングを施す場合について説明したが、他に、 HBr/O_2

11

の混合ガスを用いても同様の効果を得ることができる。また、 Cl_2 だけを用い、RFバイアスを下げることによっても同様の効果が得られる。すなわち、ポリシリコン膜に対するエッチングレートが酸化膜に対するエッチングレートより大きい反応ガスであれば、上記例に限らず適用することができる。

【0061】なお、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記で説明した範囲ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲の均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 Cl_2 プラズマ状態における電子密度と圧力との関係を示す図である。

【図2】 ECR型RIEの装置構成を示す図である。

【図3】 混合ガス Cl_2/NF_3 流量と発生異物数との関係を示す図である。

【図4】 混合ガス Cl_2/NF_3 流量およびその圧力とエッチング形状結果を示す図である。

【図5】 本発明の実施の形態1に係る半導体装置の製造方法の1工程を示す断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態1において、図5に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図7】 本発明の実施の形態1に係る半導体装置の製造方法の他の工程を示す断面図である。

【図8】 本発明の実施の形態1において、図7に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図9】 本発明の実施の形態2に係る半導体装置の製造方法の1工程を示す断面図である。

【図10】 本発明の実施の形態2において、図9に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図11】 本発明の実施の形態2において、図10に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図12】 本発明の実施の形態2において、図11に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図13】 本発明の実施の形態2において、図12に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図14】 本発明の実施の形態2において、図13に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図3】

実験結果

Cl_2/NF_3	sccm	40/20	30/30	20/40	10/50
異物数 ($>0.3\mu m$)		29	26	96	261

12

【図15】 本発明の実施の形態3に係る半導体装置の製造方法の1工程を示す断面図である。

【図16】 本発明の実施の形態3において、図15に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図17】 本発明の実施の形態3において、図16に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図18】 本発明の実施の形態3において、図17に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図19】 本発明の実施の形態3において、図18に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図20】 本発明の実施の形態3において、図19に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図21】 本発明の実施の形態4に係る半導体装置の製造方法の1工程を示す断面図である。

【図22】 本発明の実施の形態4において、図21に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図23】 本発明の実施の形態4において、図22に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図24】 本発明の実施の形態4において、図23に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図25】 本発明の実施の形態4において、図24に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図26】 本発明の実施の形態5に係る半導体装置の製造方法の1工程を示す断面図である。

【図27】 本発明の実施の形態5において、図26に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図28】 本発明の実施の形態5において、図27に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図29】 本発明の実施の形態5において、図28に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図30】 本発明の実施の形態5において、図29に示す工程の後に行なわれる工程を示す断面図である。

【図31】 平行平板型RIEの装置構成を示す図である。

【符号の説明】

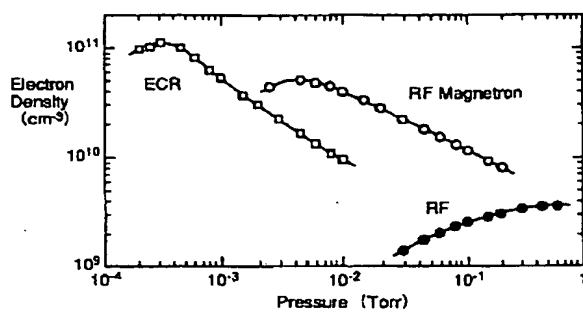
1 ゲート酸化膜、2, 12 ポリシリコン膜、3 チタンシリサイド膜、4, 11 シリコン酸化膜、5 シリコン窒化膜、6 フォトリソグ、7 シリコン窒化膜、8 下地酸化膜、9 タングステンシリサイド膜、10 自然酸化膜。

【図4】

実験結果

圧力	mTorr	0.6	1.2	3.0	5.0	10.0
Cl_2/NF_3	sccm	20/10	40/20	40/20	40/20	40/20
ノッチング	オーバーエッチング 50%の場合	無し	無し	無し	有り (少々)	有り (大)
	オーバーエッチング 25%の場合	—	—	—	ほぼ無し	—

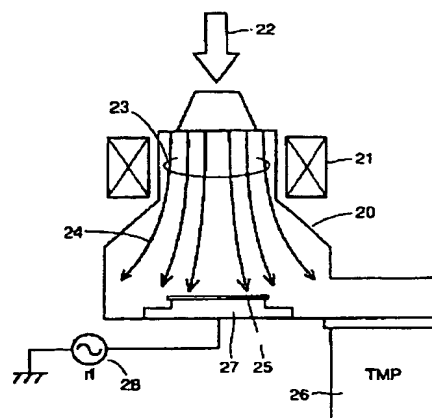
【図1】



1: ゲート酸化膜
3: チタンシリサイド膜
5: シリコン酸化膜
7: シリコン窒化膜
9: タングステンシリサイド膜

2,12: ポリシリコン膜
4,11: シリコン酸化膜
6: フォトリソレジスト
8: 下地酸化膜
10: 自然酸化膜

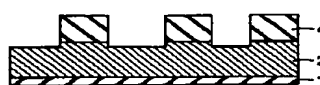
【図2】



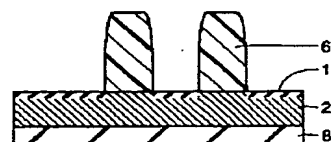
【図5】



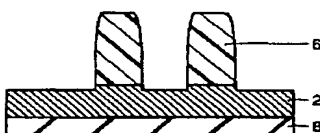
【図6】



【図7】



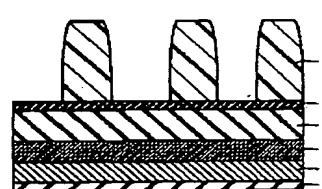
【図8】



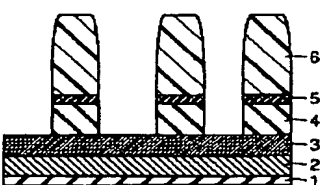
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】



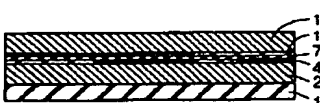
【図13】



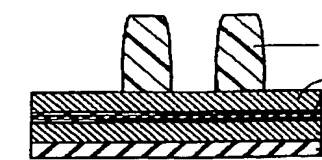
【図14】



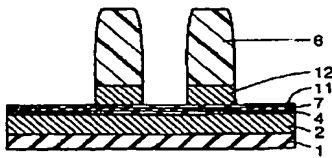
【図15】



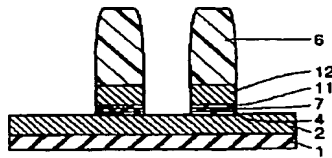
【図16】



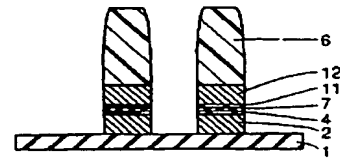
【図 17】



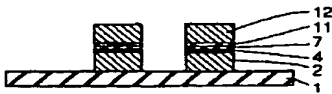
【図 18】



【図 19】



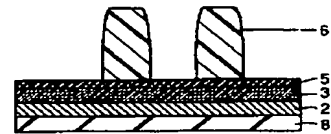
【図 20】



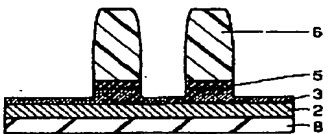
【図 21】



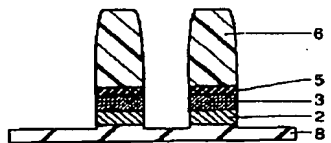
【図 22】



【図 23】



【図 24】



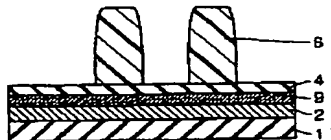
【図 25】



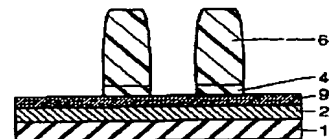
【図 26】



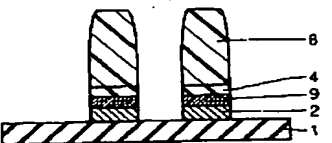
【図 27】



【図 28】



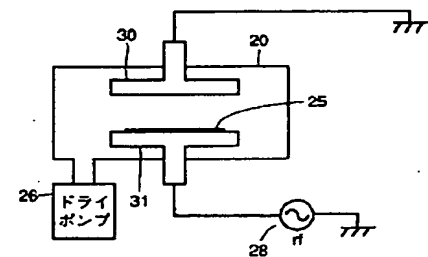
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

FI

H 0 1 L 21/88

29/78

技術表示箇所

D

3 0 1 F